

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

00P 15 779

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

87 EP 0511 851 B 1

10 DE 692 25 637 T 2

51 Int. Cl.⁶:
H 04 L 12/24
H 04 L 12/28
G 06 F 15/16
G 06 F 13/00

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 692 25 637.7
86 Europäisches Aktenzeichen: 92 303 873.1
86 Europäischer Anmeldetag: 29. 4. 92
87 Erstveröffentlichung durch das EPA: 4. 11. 92
87 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 27. 5. 98
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 24. 9. 98

- 30 Unionspriorität:
693980 30. 04. 91 US
- 73 Patentinhaber:
Hewlett-Packard Co., Palo Alto, Calif., US
- 74 Vertreter:
Schoppe & Zimmermann, 81479 München
- 84 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

- 72 Erfinder:
Black, Chuck A., Rocklin, California 95677, US

- 54 Ermittlung der physikalischen Topologie über Verstärker und Brücken in einem Computernetzwerk

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 25 637 T 2

DE 692 25 637 T 2

Europäisches Aktenzeichen: 92303873.1

Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Computernetze und insbesondere auf verschiedene Stationen in einem Netz, das über Brücken und durch Netzknoten oder "Hubs" verbunden ist.

Für einfache Computernetze, wie z. B. ein LAN (lokales Netz), die in einem kleinen Büroumfeld in einem einzigen Stockwerk eines Gebäudes positioniert sind, war es relativ einfach, das tatsächliche Netzlayout durch Betrachtung zu bestimmen. Netze umfassen nun jedoch viele Stationen über die Verwendung von 12-Tor- und 48-Tor-Wiederholverstärker oder "Repeater", welche Hubs genannt werden, wobei unterschiedliche Netze oft mittels Brücken miteinander verbunden sind, derart, daß Datenpakete über unterschiedliche Netze zu Computergeräten gesendet werden, die in vielen verschiedenen Gebäuden und Positionen positioniert sind. Es ist nicht unüblich, Stationen von einem Netz zu entfernen und weitere Stationen hinzuzufügen, ohne dies dem Netzverwalter oder Netzadministrator mitzuteilen. Demgemäß entstand ein Bedarf nach einem automatischen Sammeln detaillierter genauer Informationen über das Layout und die Topologie von Computernetzen.

Die EP-A-0 452 883 offenbart ein Netzsteuerverfahren und eine entsprechende Vorrichtung, bei der Stationsverbindungsinformationen über die physischen Verbindungen, jedoch lediglich zwischen den benachbarten Stationen ausgetauscht werden. Ein komplizierteres System (in der EP-A-0 295 475 beschrieben) ist entworfen, um eine Netztopologiedatenbank zu halten, dasselbe ist jedoch von auslaufenden Zeitgeberfeldern abhängig, welche nach einer bestimmten Dauer anzeigen, welche Ressourcen, wenn überhaupt, inaktiv geworden sind oder physisch entfernt worden sind.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Verarbeiten von Teilankunftsinformationen ge-

19.01.98

schaffen, wie es in Anspruch 1 spezifiziert ist.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Bestimmen des Ankunftsors von Nachrichtenpaketen, die von einem Verbindungsgerät, wie z. B. einem Hub, empfangen werden, zum Erhalten einer Identifikation des Senders aus dem Nachrichtenpaket, und dann zum Speichern einer Liste jedes Tors in dem Hub und seinem zugeordneten Computergerät für eine einfache Zugreifbarkeit zu schaffen. Ein verwandtes Ziel besteht darin, diese Ankunftsorinformationen genau zu erhalten, ohne daß falsche Informationen basierend auf Scheinpulsen erfaßt werden, und ohne daß irgendwelche Verwaltungsfunktionen gestört werden, die an dem Hub auftreten.

Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum selektiven Hören an vielen verschiedenen Hubs bezüglich der Ankunft von Nachrichtenpaketen von einem speziellen Sender, und zum periodischen Einleiten einer Änderung, um ein selektives Hören nach der Ankunft von Nachrichtenpaketen von einem anderen speziellen Sender zu erlauben, zu schaffen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Veranlassen einer speziellen Station, ein Bekanntgabepaket zu allen Viel-Torwiederholverstärkern, wie z. B. Hubs, und zu Brücken auszusenden, und zwar mit nur einem geringen Verarbeiten und Verteilen, und um es zu ermöglichen, daß einzelne Hubs und/oder Brücken identifizieren, welches ihrer Tore mit dieser speziellen Station verbunden ist, zu schaffen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Verarbeiten der lokalisierten Torankunftsinformationen für einzelne Hubs und Brücken in einem großen Netz zu schaffen, um die physische Topologie der verschiedenen Netzsegmente zu bestimmen und anzuzeigen.

Diese und weitere Ziele werden für Fachleute im Hinblick auf

die Zeichnungen und die darauf bezogene schriftliche Beschreibung eines gegenwärtig bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung offensichtlich, wie es nachfolgend ausgeführt ist. Es zeigen:

Fig. 1A ein typisches Computernetzlayout mit Multiport-Wiederholverstärkern (Hubs), die direkt miteinander verbunden sind, und die über eine Brücke miteinander verbunden sind;

Fig. 1B einen typischen LAN-Hub von Fig. 1A mit einzelnen Geräten, die über verdrehte Drahtpaare mit spezifischen Toren an dem Hub miteinander verbunden sind;

Fig. 2A eine schematische Darstellung der Verbindungswand für einen verwalteten 48-Tor-Hub, der die vorliegende Erfindung umfaßt;

Fig. 2B ein bevorzugtes Verdrahtungsmuster zum Verbinden von einer 8-Draht-Verkabelung mit verdrehten Aderpaaren mit dem verwalteten 48-Tor-Hub von Fig. 2A;

Fig. 3 ein LAN-Layout mit verwalteten 12-Tor- und 48-Tor-Hubs, welches die vorliegende Erfindung umfaßt;

Fig. 4 ein schematisches Diagramm für die verwalteten Hubs von Fig. 3;

Fig. 5 ein Zeitsteuerungsdiagramm für einen verwalteten Hub, wobei die Schwierigkeit gezeigt wird, die korrekte Toridentifikation mit ihrem entsprechenden Paket in Übereinstimmung zu bringen;

Fig. 6 ein Blockdiagramm für einen verwalteten 48-Tor-Hub, der ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der

Erfindung umfaßt;

- Fig. 7A bis 7C Flußdiagramme für den verwalteten Hub von Fig. 6, wobei gezeigt wird, wie eine Torankunftsidentifikation für Computernetzpakete erreicht wird, welche von dem verwalteten Hub von Fig. 6 empfangen werden;
- Fig. 8 eine beispielhafte Torankunftsmatrix für einen verwalteten 12-Tor-Hub;
- Fig. 9 eine beispielhafte Torankunftsmatrix für einen verwalteten 48-Tor-Hub;
- Fig. 10 ein Abbildungsadressensuchflußdiagramm für Multi-tor-Wiederholverstärker, wie z. B. für den 12-Tor- und den 48-Tor-Hub von Fig. 3;
- Fig. 11 die Abbildungsadressenobjekte für die Hubs von Fig. 3, welche programmiert sind, um nach Paketen zu horchen, die von einem Netzgerät stammen, das durch seine Adresse X identifiziert ist;
- Fig. 12A ein Computernetzlayout mit zumindest einem unterschiedlich entworfenen Hub, mit einem verwalteten Hub und einer verwalteten Brücke, welche beide die vorliegende Erfindung umfassen;
- Fig. 12B eine Darstellung, wie die Netztopologie von Fig. 12A für die Abbildungsanwendung erscheint;
- Fig. 13 ein typisches Paketformat für Abbildungsbekanntgaben in großen Netzen, die zu Geräten gesendet werden, in einem Computernetz vom Ethernet-Typ;
- Fig. 14 ein Flußdiagramm zum Bestimmen der physischen Topologie über Wiederholverstärker und Brücken in einem großen Computernetz;

19.01.98

Fig. 15A ein schematisches Diagramm eines großen Netzes mit zwei LANs;

Fig. 15B beispielhafte Baumdiagramme, die verwendet werden, und 15C um das Flußdiagramm von Fig. 14 bezüglich des großen Netzes von Fig. 15A zu implementieren; und

Fig. 16 eine Netztopologieabbildungsanzeige, die durch das Flußdiagramm von Fig. 14 erzeugt wird.

Allgemein gesprochen kann die Erfindung in Computernetzen verschiedener Typen und Konfigurationen implementiert werden, wobei die speziellen gezeigten Layouts lediglich zu Darstellungszwecken dienen. In dieser Hinsicht zeigt das Netzlayout von Fig. 1A, wie bestimmte Tore 20, 22 ihrer jeweiligen Hubs 24, 26 Pakete von vielen Sendern empfangen. Im Gegensatz dazu empfangen andere Tore, wie z. B. 28, 30, Pakete von einem und nur dem einen Sender (es sei denn, daß eine Konfigurationsänderung durchgeführt wird, indem ein Gerät durch ein anderes ersetzt wird, oder indem ein Gerät durch ein Multitorgerät, wie z. B. einen Hub oder eine Brücke, ersetzt wird). Fig. 1B zeigt einen Hub mit einem 12-Tor-Modularadapter 32 zum Verbinden einzelner Tore mit Netzgeräten über ein verdrehtes Adernpaarkabel, was auch als der Standard IEEE 802.3 10 BaseT bekannt ist.

Fig. 2A zeigt die rückwärtige Verbindungswand für einen 48-Tor-Hub, der zusätzlich ein AUI-Tor 34 und ein BNC- (Koaxial-) Tor 36 aufweist. Die Art und Weise des Einhängens der vier Kabel mit verdrehtem Adernpaar an jedem Tor, wie z. B. 38, ist in Fig. 2B gezeigt.

Bei einem in Fig. 2A gezeigten Hub ist es nützlich, den Verkehr auf jedem Tor zu überwachen, und die Stationsadresse des Knotens, der mit jedem Tor verbunden ist, zu verfolgen, sowie andere detaillierte Informationen über den Verkehr auf diesem Tor oder "Port" zu verfolgen. Bei bestimmten Imple-

mentationen eines Hubs wird ein gebrauchsfertiger Netzsteuer- (NIC-; NIC = Network Interface Controller) Chip 40 für Netzverwaltungsaufgaben verwendet, wobei dieser Steuerchip nicht mit dem Rest der Wiederholverstärkerhardware des Hubs integriert ist. Der Wiederholverstärker 42 kann der Firmware 44 die Tornummer jedes Pakets mitteilen, das unter Verwendung einer speziellen Schaltung wiederholtverstärkt wird. Im wesentlichen kann ein solcher Hub strukturiert sein, wie es in dem schematischen Diagramm von Fig. 4 gezeigt ist.

Wenn der NIC-Chip 40 in einem Mischmodus (einem Modus, bei dem derselbe nach allen Paketen statt nur denen, die zu demselben adressiert sind, horcht) läuft, ist es möglich, die Pakete, die von dem NIC empfangen werden, mit den Tornummern für den Wiederholverstärker zu korrelieren, um detaillierte Netzstatistiken pro Tor zu erhalten. Diese Korrelation kann durch die Routine erreicht werden, die in der folgenden Tabelle dargelegt ist:

TABELLE I

<NIC-Unterbrechungswartungsroutine>

Während der NIC ein neues Paket hat {

Notieren der Anzahl von Aktivitätsanzeichen, die von dem Wiederholverstärker gesendet werden;
Inkrementieren eines Zählwerts aufeinanderfolgender Pakete;

Wenn n aufeinanderfolgende Pakete gewesen sind, ohne daß die "Leer"-Schleife erreicht wurde;

Verlassen des Mischmodus und Horchen nur nach Netzverwaltungspaketen;

Wenn der NIC ein Paket hörte, der Wiederholverstärker jedoch keines hörte, Identifiziere das Tor nicht;

Wenn der NIC ein Paket hörte, der Wiederholverstärker jedoch mehr als ein Paket hörte, Identifiziere das Tor nicht;

Wenn der NIC ein Paket hörte, und der Wiederholverstärker genau ein Paket hörte, dann

Wenn der Wiederholverstärker genau ein Paket hörte, für jedes der vorherigen Pakete, die durch diese Unterbrechung gewartet werden,

Identifiziere das Paket als von diesem Tor kommend;

sonst

(*) Identifiziere nicht das Tor dieses Pakets.

}

Wenn die Netzüberwachung den Hub überlastet und damit beginnt, die Ansprechzeit auf Anfragen von einer Netzverwaltungsanordnung zu verschlechtern, wird der Hub vorübergehend den Mischmodus verlassen und nur auf Netzverwaltungspakete hören, die an denselben adressiert sind.

Das Verfahren zum Korrelieren der Tornummer mit Paketen, die von dem NIC empfangen werden, ist aufgrund mehrerer Faktoren kompliziert. Es ist beispielsweise notwendig, daß die Firmware auf Paketunterbrechungen oder Paket-Interrupts schnell antwortet, da dieselbe sonst mit Paketen und/oder Tornummern überrannt wird. Interrupts können zu verschiedenen Zeitpunkten deaktiviert werden, während die Firmware eine weitere Netzverwaltung durchführt, die auf Aufgaben bezogen ist. Eine weitere Beeinträchtigung der Interrupt-Ansprechzeit ist die relativ leistungsschwache Mikrosteuerung, welche verwendet wird, um Kosten zu reduzieren.

Als zusätzliches Beispiel wird der Wiederholverstärker manchmal kleine Zwergpakete hören, die von der NIC nicht gehört werden. In anderen Worten ist nicht immer eine Eins-zu-Eins-Korrespondenz zwischen Paketen, die von der NIC gehört werden, und Tornummern von dem Wiederholverstärker vorhanden.

Eine andere Situation entsteht mit kleinen Rücken-zu-Rücken-Paketen, und dieselbe ist sehr üblich, wenn diese Pakete burstmäßig ankommen, wenn Interrupts vorübergehend deaktiviert werden. Der NIC-Interrupt tritt etwas nach dem

Zeitpunkt auf, zu dem die Tornummer durch den Wiederholverstärker angezeigt wird. In dem Diagramm von Fig. 5 ist die Netzaktivitätsleitung hoch, wenn eine Netzaktivität vorhanden ist. Die NIC-Interrupt-Wartungsroutinen-Leitung (ISR-Leitung; ISR = Interrupt Service Routine) ist hoch, wenn die NIC-Interrupt-Wartungsroutine ausgeführt wird. In dem Diagramm von Fig. 5 zeigt der Abschnitt 45 eine Toraktivität für ein Paket Rx1, wobei der entsprechende Abschnitt 46 die Übertragung desselben Pakets Rx1 durch die NIC in einen Speicher anzeigt.

An einem Punkt A in Fig. 5 ist das Tor für das Paket Rx1 nicht bekannt, da die ISR zwei Tornummern von dem Wiederholverstärker beobachtete (d. h. die ISR weiß nicht, ob die zusätzliche Tornummer für ein Paket ist oder ob dieselbe von einem kleinen Zwerg ist, der von dem Wiederholverstärker gehört wird, der jedoch nicht von der NIC gehört wird). An einem Punkt B sieht die ISR genau eine Tornummer, und dieselbe würde normalerweise das Tor des Pakets Rx2 fehlidentifizieren, wie es auch für das Tor des Pakets Rx3 der Fall sein würde. Die Routine von Tabelle I löst dieses Problem.

Fig. 6 zeigt ein gegenwärtig bevorzugtes Ausführungsbeispiel für die Erfindung in einer Implementation eines verwalteten Hubs. Ein Bus wird verwendet, um den Netzverwaltungsmikroprozessor, einen EEPROM für die Codespeicherung, einen RAM, eine Netzschnittstellensteuerung und Tornummerregister untereinander zu verbinden. Der RAM umfaßt einen Raum für normale Daten und für eine Paketspeicherung, sowie Raum zum Implementieren verschiedener Merkmale der Erfindung. Die Torankunftsmatrix von Fig. 9 ist an einem Abschnitt gespeichert, wobei die Abbildungsadressensuchobjekte von Tabelle II an einem anderen Abschnitt gespeichert sind, während ein dritter Abschnitt für die NIC-Paketempfangspuffer verwendet wird.

Ein LAN-Verkehr kommt in einen 50-Tor-Wiederholverstärker, wobei ein Eintrag in ein Tornummernregister mit ausreichen-

den Bits bewirkt wird, um alle Eingangstore zu identifizieren, und wobei ebenfalls eine Aktivitätsanzeige zu dem Netzwerkverwaltungsmikroprozessor bewirkt wird. Wenn die NIC in dem Mischmodus ist (siehe das Flußdiagramm der Fig. 7A, 7B und 7C), dann empfängt und überwacht sie alle ankommenden Pakete. Andernfalls werden nur die Pakete, die an den Hub adressiert sind, verarbeitet, wobei die anderen Pakete lediglich neu gesendet werden. Die Abbildungsadressensuchobjekte werden in sowohl Hub- als auch Brücken-Implementationen verwendet (siehe die Flußdiagramme der Fig. 10A und 10B, welche die Abbildungsadressenprozedur lediglich vom Standpunkt des Geräts aus zeigen). Es sei auf die Unterschiede zwischen der Hub- (Fig. 10A) und der Brücken- (Fig. 10B) Implementation hingewiesen. Die Abbildungsadressenobjekte selbst sind in der folgenden Tabelle gezeigt:

TABELLE II

Abbildungsadressensuchobjekte

Abbildungsadresse OBJEKT-TYP

SYNTAX	OCTETT-ZEICHENKETTE
ZUGRIFF	lesen-schreiben

BESCHREIBUNG

"Wenn ein Objekt eingestellt wird, beginnt eine Abbildungsadressensuche. Wenn die Adresse an nur einem Tor erfaßt wird, dann wird das Abbildungstor-Objekt auf die Tornummer eingestellt, an dem die Adresse erfaßt wurde. Brücke: die Suche ist unmittelbar vollendet. Hub: die Suche wird fortgesetzt, bis eine neue Adresse in Abbildungsadresse plaziert wird."

Abbildungszustand OBJEKT-TYP

SYNTAX	GANZZAHL {
	PS_KEINES(0),
	PS_EINZELNES(1),
	PS_VIELE(2)

ZUGRIFF

nur-lesen

BESCHREIBUNG

"Dasselbe wird auf PS_EINZELNES eingestellt, wenn die Abbildungsadresse an einem und nur einem Tor erfaßt wird. Wenn die Abbildungsadresse an mehr als einem Tor erfaßt wird, wird Abbildungszustand auf PS_VIELE eingestellt."

Abbildungstor OBJEKT-TYP

SYNTAX GANZZAHL (0..65535)

ZUGRIFF nur-lesen

BESCHREIBUNG

"Die Tornummer, an der die Abbildungsadresse erfaßt wurde. Wenn der Abbildungszustand PS_KEINES oder PS_VIELE ist, dann ist dieses Objekt nicht gültig."

Die verschiedenen Abbildungsadressenobjekte sind in Fig. 11 gezeigt, wobei jedes der Geräte Q, T und X programmiert ist, um nach Paketen zu horchen, die von dem Gerät mit einer Adresse S kommen.

Um ein Netz von Hubs abzubilden, muß eine Abbildungsanwendung wissen, welche Geräte mit Hub-Toren verbunden sind. Die Abbildungsanwendung ist in der Lage, das Netz abzufragen und die Adressen jedes Hubs herauszufinden, um jedoch eine vollständige Abbildung durchzuführen, muß dieselbe die Tore wissen, an denen jeder Hub verbunden ist. Bestimmte Tore können mit Hunderten von Knoten verbunden sein, und es ist nicht tragbar, daß jeder Hub eine Liste von Knotenadressen für jedes Tor hält.

Um dieses Problem zu lösen, wurde das Objekt Abbildungsadressen erzeugt. Die Abbildungsanwendung stellt einfach die Abbildungsadresse auf einem Hub ein, und der Hub wird nach Paketen horchen, die von dem Gerät übertragen werden, das

durch Abbildungsadresse spezifiziert ist. Wenn die Abbildungsadresse gehört wird, wird der Hub die Tornummer aufzeichnen, an der die Abbildungsadresse gehört wird, und die Abbildungsanwendung wird diese Informationen verwenden, um die Netzkarte zu erzeugen.

In dem in Fig. 17 spezifizierten Netz weiß Hub 2 nicht, an welchem LAN-Segment Hub 1 angebracht ist, da sich vielleicht viele Knoten an jedem LAN-Segment befinden. Die Abbildungsanwendung kann das Abbildungsadressenobjekt in dem Hub 2 auf die Adresse des Hub 1 einstellen. Anschließend, wenn der Hub 1 ein Paket überträgt, wird der Hub 2 dasselbe hören und das Tor identifizieren, an dem der Hub 1 angeschlossen ist.

TABELLE III

Abbildungsbekanntgabe

Bekanntgabeadresse OBJEKT-TYP

SYNTAX

OCTETT-ZEICHENKETTE

ZUGRIFF

nur-schreiben

BESCHREIBUNG

"Wenn das Gerät auf irgendeine MAC-Multicastadresse eingestellt ist, wird das Gerät drei identische Pakete übertragen, wobei bei jedem die MAC-Quelle auf die MAC-Adresse des Geräts eingestellt ist, wobei das MAC-Ziel auf die Multicastadresse eingestellt ist, und wobei DSAP F8 ist.

Diese Pakete werden Brücken durchlaufen, was es ihnen und Geräten, die mit denselben verbunden sind, erlaubt, die Torverbindingssituation des Multicastinggeräts zu lernen."

Um ein Netz von Hubs abzubilden, muß eine Abbildungsanwendung wissen, welche Geräte mit jedem der Tore der Hubs verbunden sind. Die Abbildungsanwendung ist in der Lage, das Netz abzufragen und die Adressen jedes Hubs herauszufinden,

um jedoch eine vollständige Abbildung herzustellen, muß dieselbe die Tore wissen, an denen jeder Hub angeschlossen ist. Bestimmte Tore können mit Hunderten von Knoten verbunden sein, und es ist nicht ausführbar, daß jeder Hub eine Liste von Knotenadressen für jedes Tor hält. Das vorher erörterte Abbildungsadressenobjekt löst einen großen Teil dieses Problems, wobei jedoch in Fig. 18 ein Problem mit der grundsätzlichen Verwendung des Abbildungsadressenobjekts zu finden ist, das darin besteht, daß der Hub 1 niemals Pakete vom Hub 2 hören wird, da die gesamte Kommunikation zwischen dem Hub 2 und der Abbildungsanwendungen durch die Brücke gefiltert wird.

Die Abbildungsanwendung könnte in der Adressentabelle nachsehen, die von der Brücke gehalten wird, um herauszufinden, wie die Hubs verbunden sind, dies funktioniert jedoch nicht immer, da nicht alle Brücken eine Adressentabelle haben, die von der Abbildungsanwendung lesbar ist. Ferner ist die Verwendung von Informationen, die von den Hubs erfaßt werden, viel einfacher als das Unterbringen von Adressentabelleninformationen, die von Brücken erfaßt werden. Um es zu ermöglichen, daß der Hub 1 Pakete vom Hub 2 hört und das Tor identifiziert, mit dem derselbe verbunden ist, muß die Abbildungsanwendung den Hub 2 eine bestimmte Art eines Bekanntgabepakets übermitteln lassen, welches von der Hub 1 gehört werden kann. Um dies zu tun, bestehen mehrere Alternativen:

- A) Veranlassen, daß der Hub 2 ein Paket aussendet, welches über das gesamte Netz läuft. Diese Alternative wird das Abbildungsziel erreichen, wobei jedoch fast jeder einzelne Knoten in dem gesamten Netzwerk das Paket verarbeiten muß, was zu einem wesentlichen Aufwand an nutzlosem Sendeverkehr führen wird, welcher nicht von allen Knoten gehört werden muß.
- B) Veranlassen, daß der Hub 2 ein Paket überträgt, das direkt an den Hub 1 adressiert ist. Diese Alternative

19.01.98

wird ebenfalls das Abbildungsziel erreichen, in einem großen Netz müßte die Abbildungsanwendung jedoch dem Hub mitteilen, daß derselbe ein Paket zu jedem anderen Hub in dem Netz überträgt, was einen wesentlichen Mehraufwand für das Abbildungsverfahren hinzufügt.

- C) Veranlassen, daß der Hub 2 ein Multicastpaket überträgt, das nur von Hubs gehört wird. Dies stellt die ideale Alternative dar, da das Paket durch die Brücke gehen wird, und da dasselbe nur von anderen Hubs gehört werden wird, welche nach der Multicastadresse horchen. Dies ist das Verfahren, mittels dem die Hub-Netzabbildung durchgeführt wird.

Diese Erfindung löst das Problem des Bestimmens der physischen Topologie (d. h. der Verbindung von LAN-Segmenten und Verbindungsnetzgeräten) eines Netzes. Dies wird automatisch durchgeführt und erzeugt eine Darstellung des Netzes, welche für eine Fehlererfassung und Diagnose, für eine Leistungscharakterisierung und für Sicherheitsaspekte verwendet werden kann.

Ohne die automatische Bestimmung der physischen Topologie des Netzes liegt die Last des Herausfindens der Topologie auf dem menschlichen Netzverwalter, was sehr fehleranfällig ist.

Diese Erfindung verwendet Abbildungsinformationen, die von Wiederholerverstärkern und Brücken verfügbar sind, um eine Darstellung des Netzes zu bauen. Diese Wiederholerverstärker und Brücken werden nachfolgend als "Netzbildungsgeräte" oder "Networking"-Geräte bezeichnet. Ein Netzbildungsgerät verbindet zwei oder mehrere physische Netzbildungssegmente (koaxial, Breitband, verdrehtes Adernpaar, Glasfaser, usw.) durch seine Tore.

Ein Netzbildungsgerät wird zwei oder mehr Tore haben. Durch diese Tore "hört" das Gerät andere Geräte und Endstationen

19.01.98

- 14 -

(z. B. Personalcomputer), welche Teil des Netzes sind. Ein Netzbildungsgerät hört andere Geräte und Endstationen aus einem und nur einem Tor.

Für die folgende Beschreibung sei das in Fig. 19 dargestellte Netz angenommen.

Der Algorithmus entdeckt zuerst die Existenz von Brücken und Wiederholverstärkern in dem Netz, was in einer Liste dieser Netzbildungsgeräte resultiert:

-->d1-->d2-->d3-->d4-->d5-->d6-->

Der Algorithmus wählt dann auf beliebige Art und Weise ein Gerät aus der Liste aus (obwohl eine einfache Heuristik ohne weiteres derart ausgerichtet sein könnte, ein Gerät zu wählen, welches die Leistung des Algorithmusses steigern würde). Aus diesem Gerät heraus beginnt das Verfahren zum Bestimmen der Netztopologie. Dies wird erreicht, indem bestimmt wird, wo alle anderen Geräte in dem Netz bezüglich dieses Geräts sind, indem darauf gehört wird, an welchem Tor dieses Gerät angeordnet ist.

Wenn das Gerät d2 beispielsweise mit einem LAN-Kabel verbunden ist, welches mit dem Tor 1 von d1 verbunden ist, dann hört d1 d2 an dem Tor 1.

Das resultierende Netz nach diesem ersten Schritt (aus dem Blickpunkt eines beliebig ausgewählten Geräts d1) kann folgendermaßen aussehen.

```

      d1
     / | \
    d2 d3 d4 d5 d6

```

Nachdem dieser Schritt fertig ist, ist es möglich, auf rekursive Art und Weise jeden der resultierenden "Knoten" dieses Baums zu betrachten und die Geräte zu eliminieren,

190198

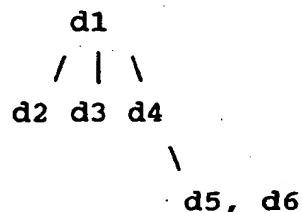
die nicht tatsächlich direkt mit dem rufenden Gerät verbunden sind. Bei dem obigen Beispiel würde man von d1 zu dem Knoten heruntergehen, der d4, d5, d6 enthält. Das Ziel in dieser Angelegenheit würde darin bestehen, die Geräte zu eliminieren, die nicht direkt mit d1 verbunden sind.

Wenn das ursprüngliche Diagramm betrachtet wird, ist zu sehen, daß nur d4 mit d1 verbunden ist; d5 und d6 sind über das Gerät d4 mit d1 verbunden. Algorithmisch ausgedrückt lautet die Prozedur zum Eliminieren von d5 und d6 folgendermaßen:

Zuerst, Auswählen eines Geräts (bei diesem Beispiel wird d4 ausgewählt) und Bestimmen des Tors, an dem das aufrufende Gerät (d1) zu hören ist. Dann, Versuchen, die anderen Knoten zu eliminieren, indem gezeigt wird, daß sie an einem anderen Tor als dem Tor gehört werden, an dem das aufrufende Gerät gehört wird.

In dem Beispiel, und bei einer Auswahl von d4 als "Eliminator", wird d5 eliminiert, wenn d4 d1 am Tor 1 hört, und dann d5 am Tor 2 hört, da bewiesen wurde, daß d4 in der Topologie zwischen d1 und d5 steht.

Durch rekursives Anwenden dieses Verfahrens ist die resultierende Hierarchie eine Darstellung der physischen Topologie des Netzes. Bei dem Beispiel würde die resultierende Hierarchie folgendermaßen aussehen:



Diese Darstellung des Netzes kann dann verwendet werden, um eine Karte des Netzes zu zeichnen, die wie das ursprüngliche Bild aussieht.

Der Wert des automatischen Ableitens der Topologie gegenüber manuellen Versuchen ist ohne weiteres offensichtlich.

Fig. 13 zeigt ein typisches Rahmen- oder "Frame"-Format, das die Quellenadresse und die Zieladresse aufweist, welche beim Ausführen dieser Erfindung verwendet werden. Die meisten Pakete sind etwa 64 Byte lang. Fig. 12 macht deutlich, daß ein nicht-verwalteter Hub, d. h. mit einem anderen Entwurf, nicht als ein wahrer Hub (siehe Fig. 12B) erkannt werden wird.

Fig. 16 zeigt ein Netzlayout, das sich von den anderen Layouts in den Zeichnungen unterscheidet, wobei die Fähigkeit gezeigt ist, eine Topologie zu zeichnen, die auf den Informationen basiert, welche durch Ausführen der einzigartigen Verfahren der Erfindung automatisch erfaßt werden. Die Zahlen zeigen die Internet-Protokoll-Adressen, und H12 ist ein 12-Tor-Hub, H48 ist ein 48-Tor-Hub, HF ist ein Glasfaserhub und BRM ist eine entfernte Brücke, während B10 eine lokale 10-MB-Brücke ist.

Natürlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die gezeigten Beispiele begrenzt. Selbstverständlich kann die vorliegende Erfindung innerhalb des Schutzbereichs der folgenden Patentansprüche modifiziert und variiert werden.

19.01.99

Europäisches Aktenzeichen: 92303873.1

PATENTANSPRÜCHE

1. Ein Verfahren zum Verarbeiten lokalisierter Torankunftsinformationen für einzelne Netzknoten (Hubs) (24, 26) und Brücken in einem großen Computernetz, mit folgenden Schritten: Auswählen eines speziellen Geräts als Startreferenz, und dann rekursives Bestimmen der Geräteverbindung an jedem Tor (20, 22) des speziellen Geräts aus einem empfangenen Nachrichtenpaket, gefolgt von einem Bestimmen der Geräteverbindungen für ersichtliche Baumknoten, die an der Startreferenz angebracht sind, aus der Identifikation eines Senders, die in dem empfangenen Nachrichtenpaket enthalten ist.

19.01.98

Europäisches Aktenzeichen: 92303873.1

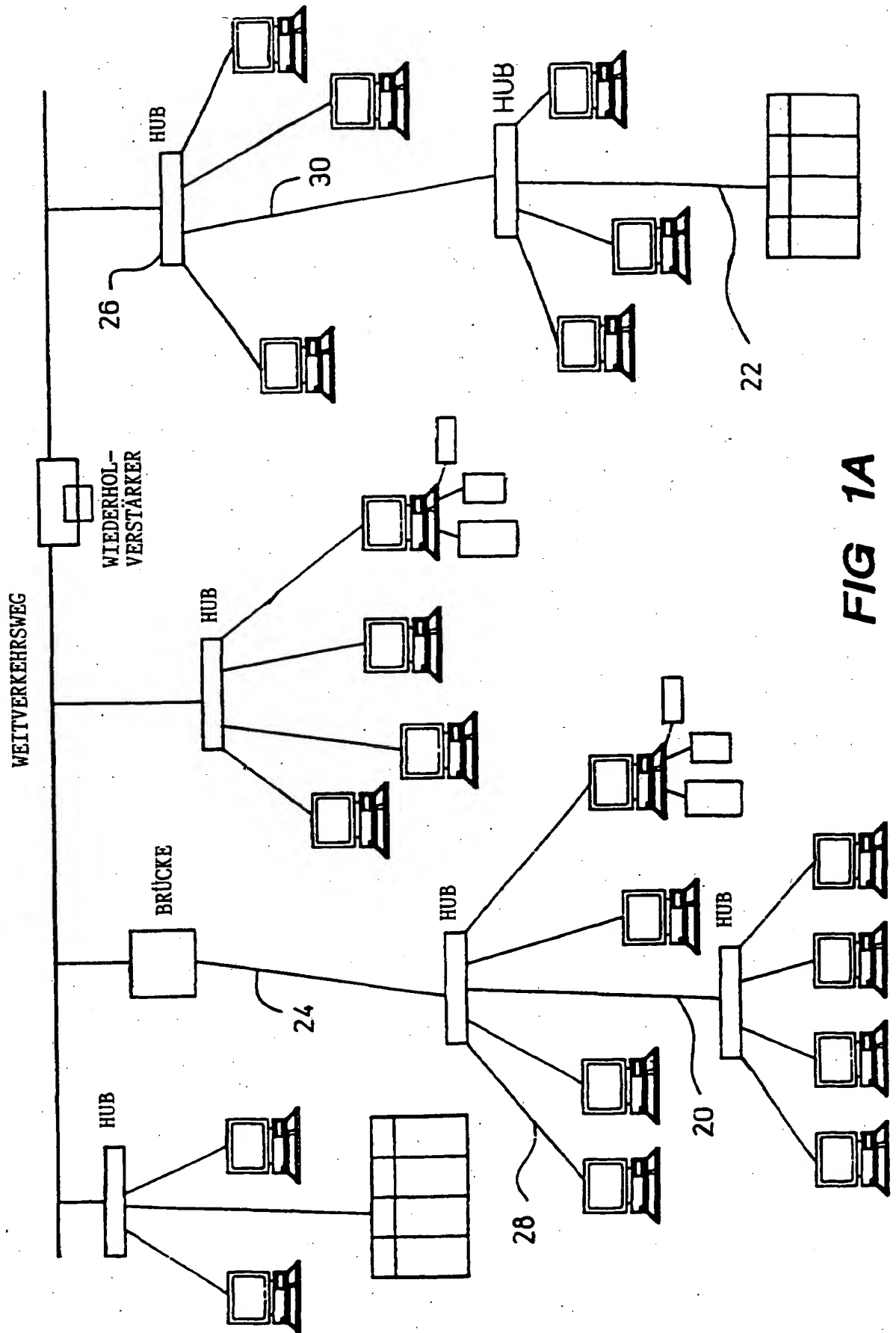


FIG 1A

19.01.98

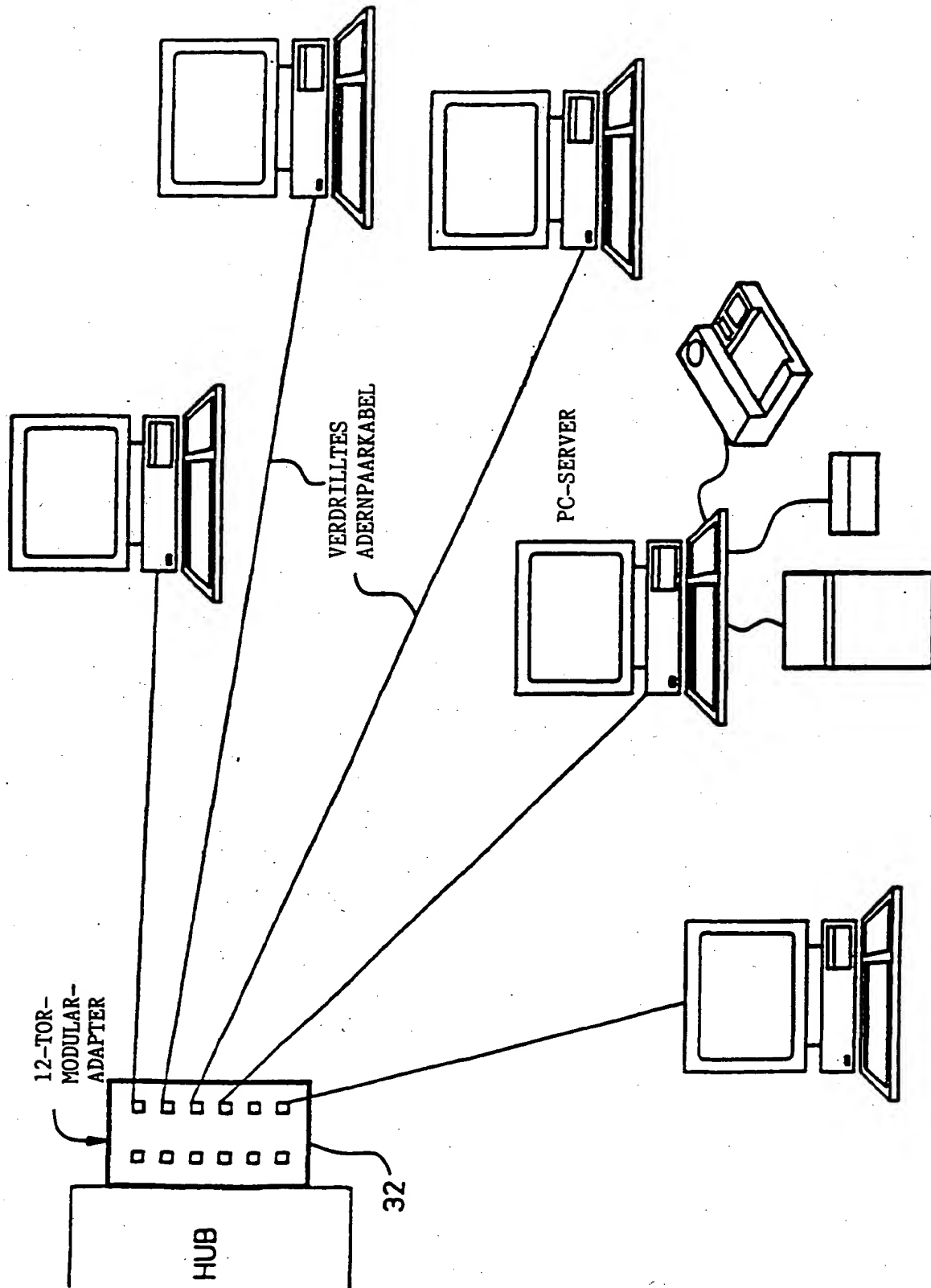


FIG 1B

19.01.98

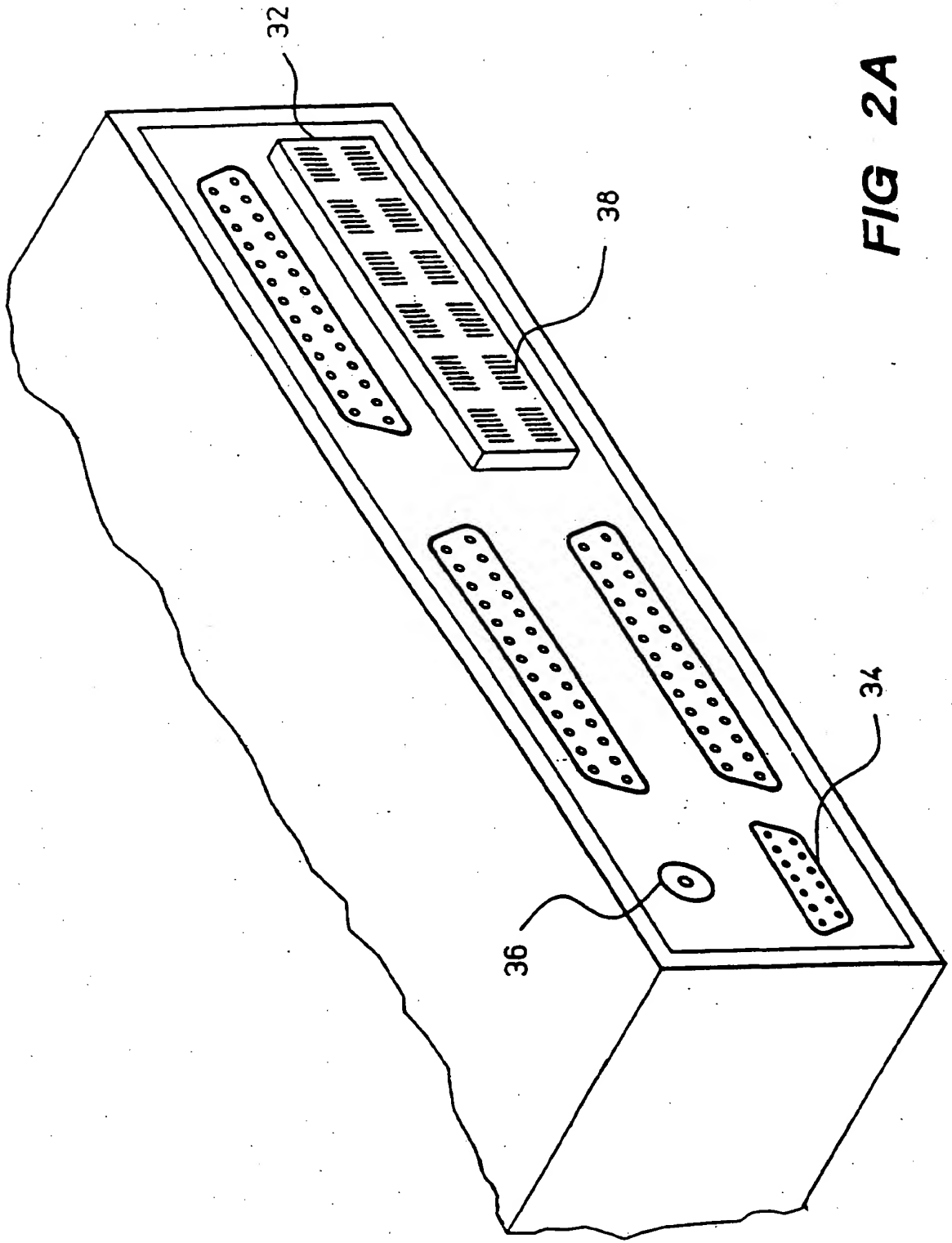


FIG 2A

19.01.98

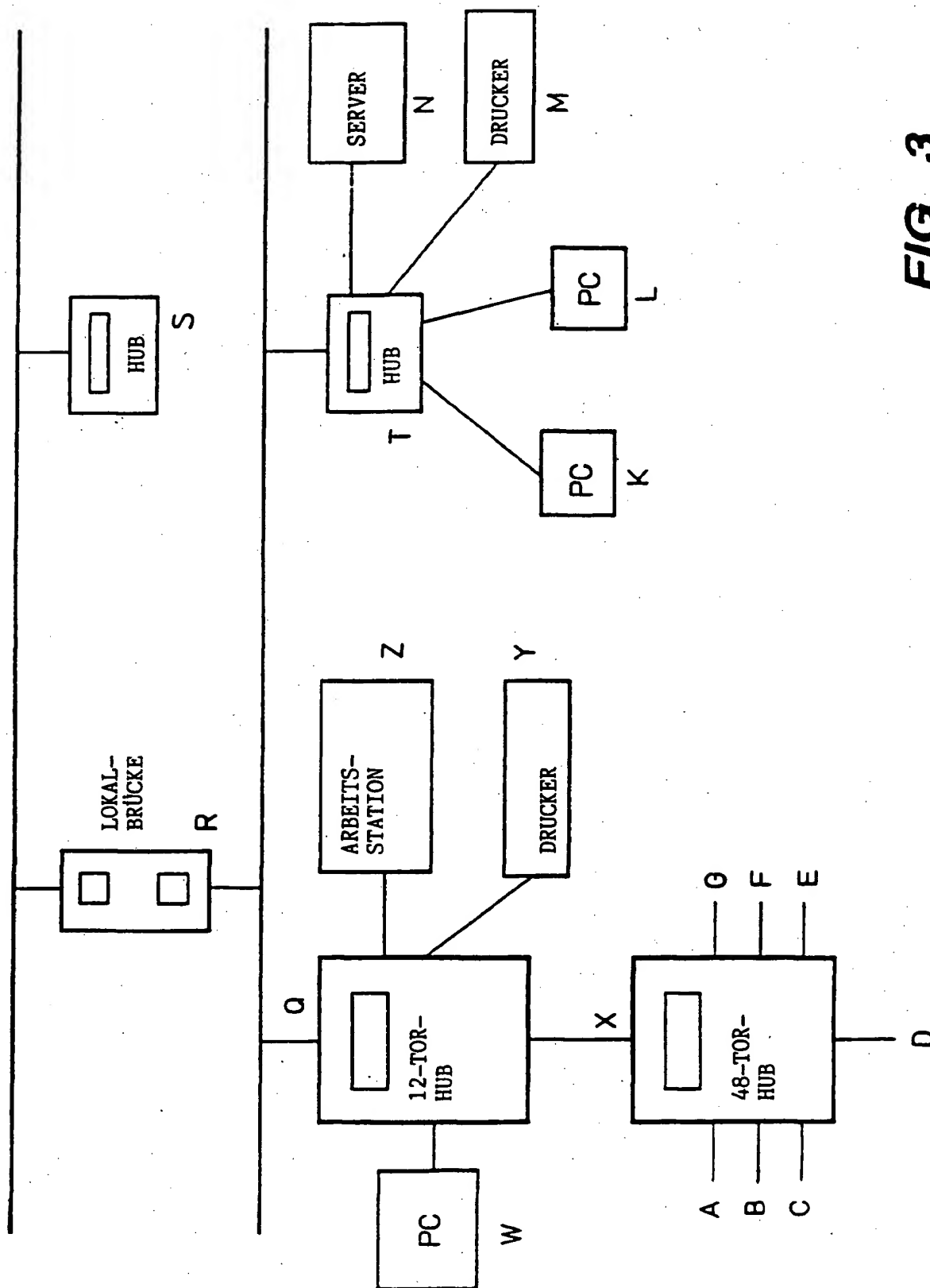


FIG 3

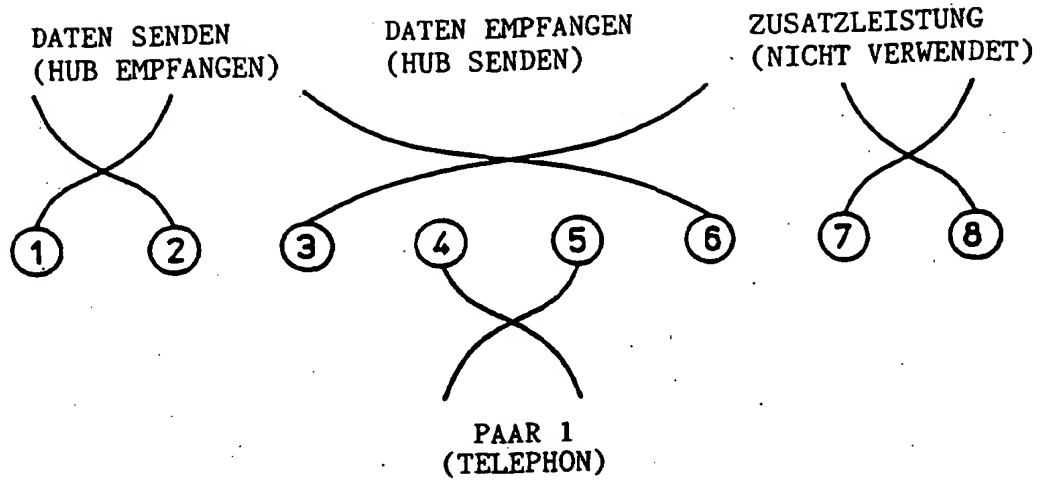


FIG 2B

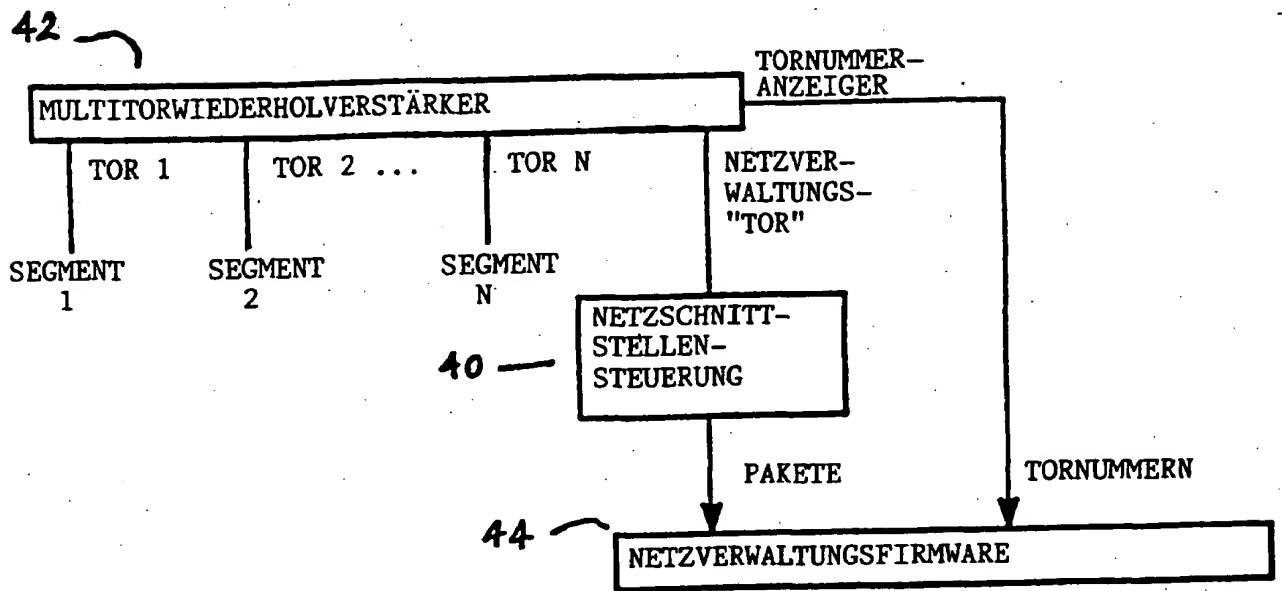


FIG 4

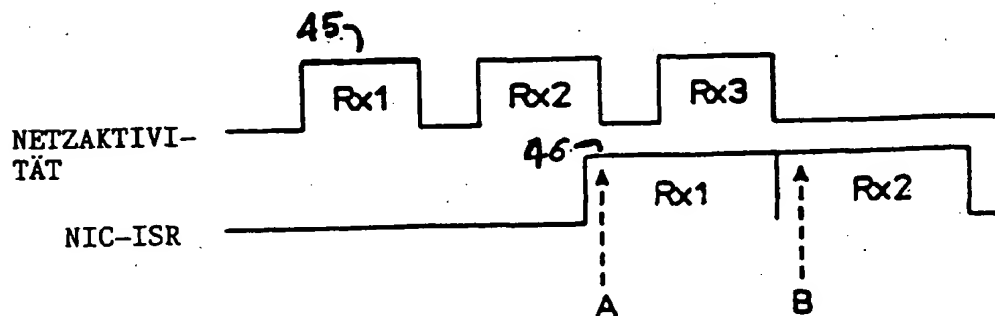


FIG 5

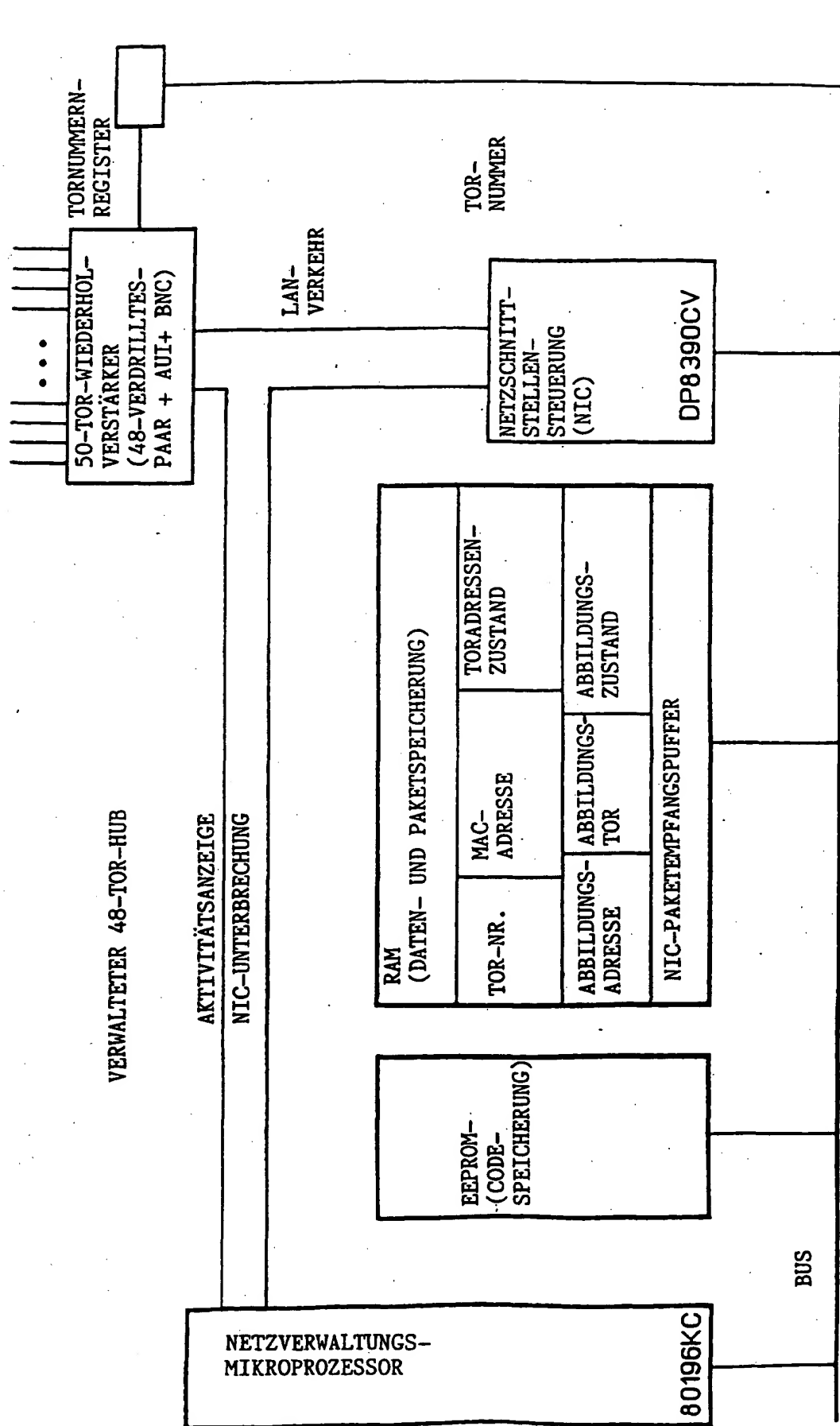


FIG 6

19.01.98

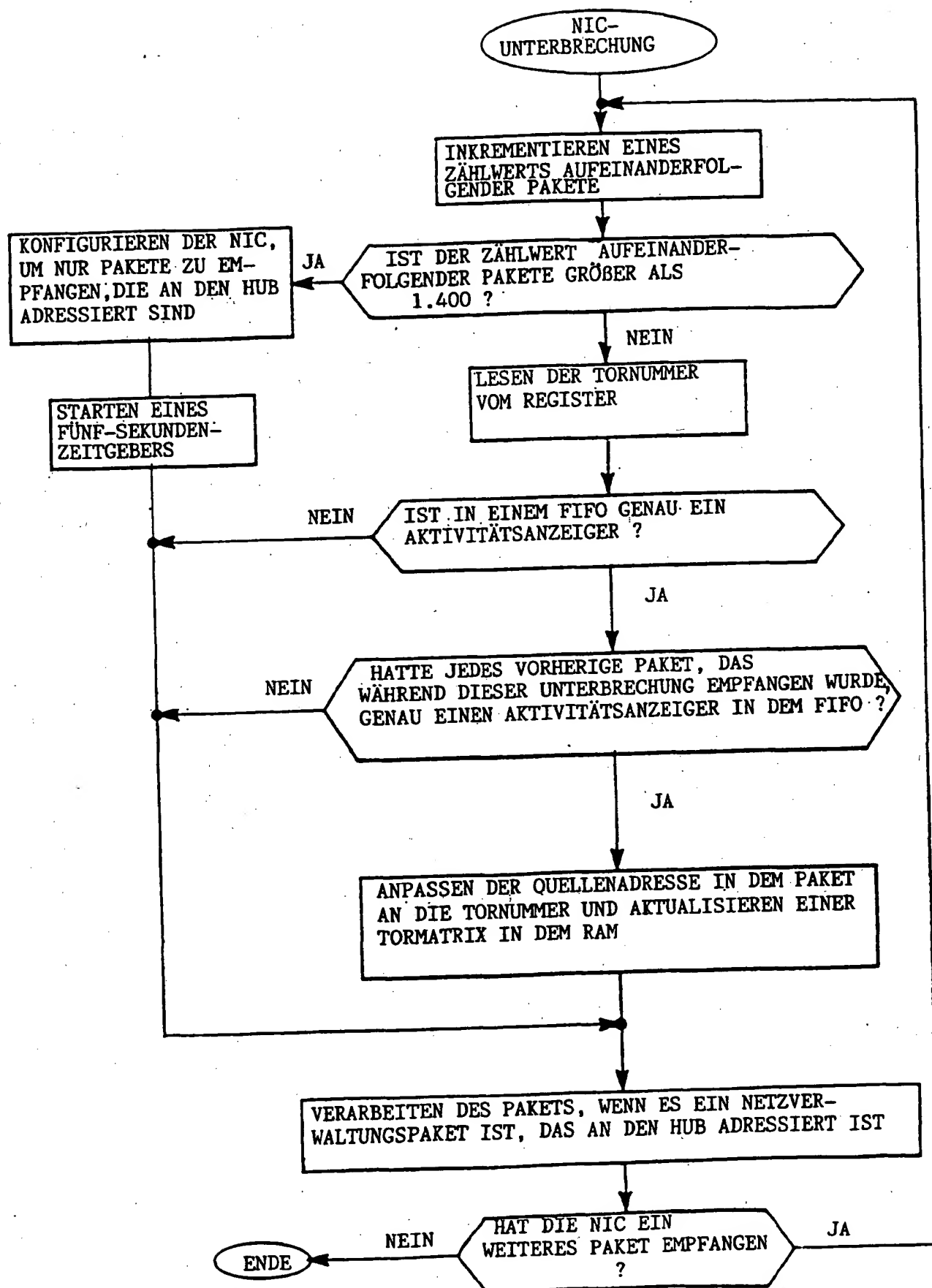
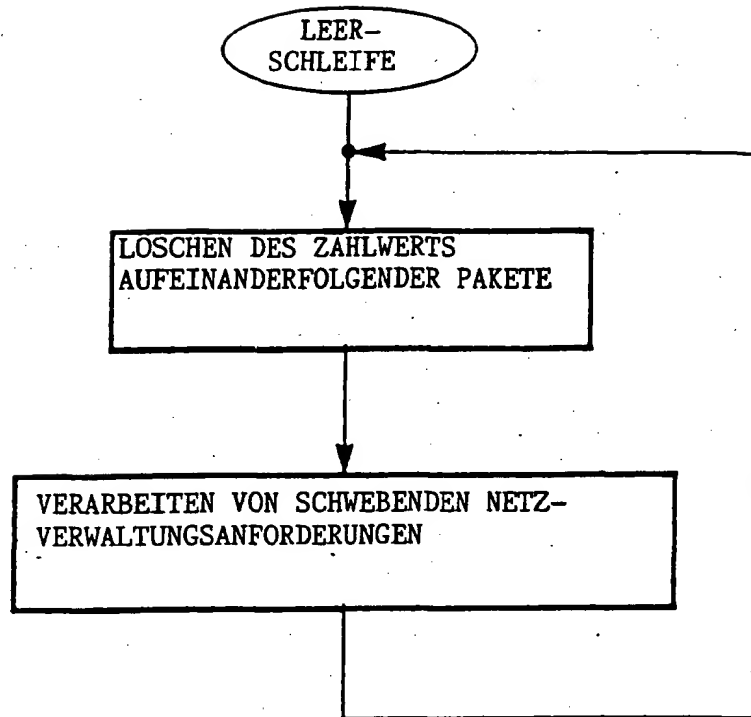
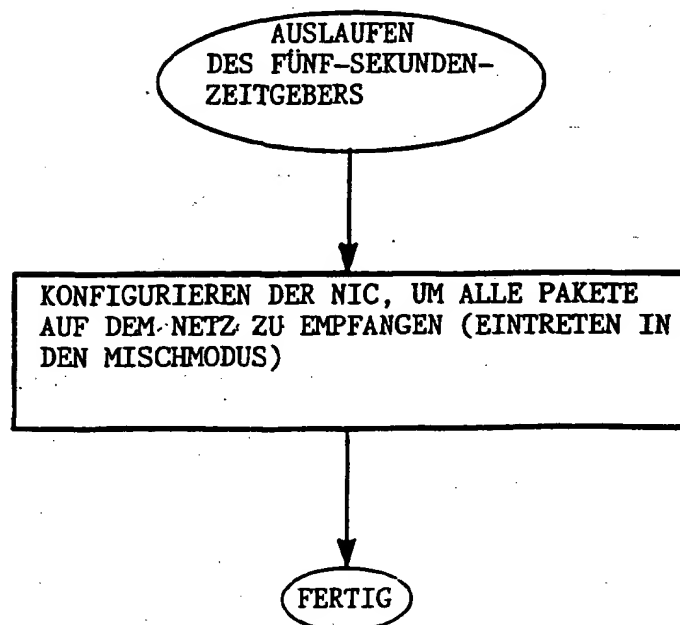


FIG 7A



LEERMODUS (KEINE VORHANDENEN PAKETE)

FIG 7B



NEUEINTRETEN IN DEN MISCHMODUS

FIG 7C

TORANKUNFTSMATRIX FÜR EINEN 14-TOR-HUB

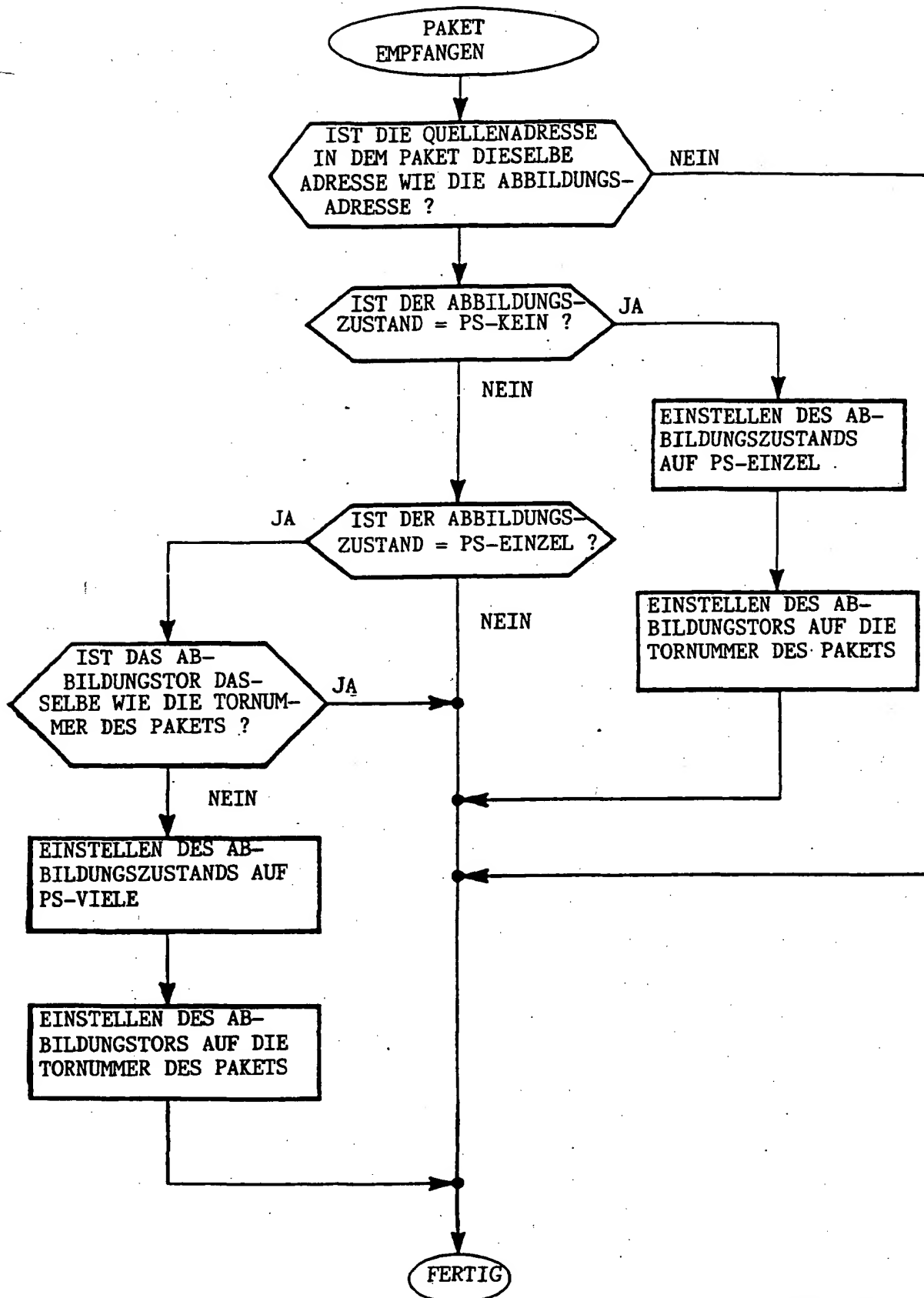
TORNR.	GERÄTEADRESSE	TORZUSTAND
1	W	EINZEL
2	X	MEHR
3	Y	EINZEL
4	Z	KEIN
⋮	⋮	⋮
14	T	MEHR

FIG 8

TORANKUNFTSMATRIX FÜR EINEN 48-TOR-HUB

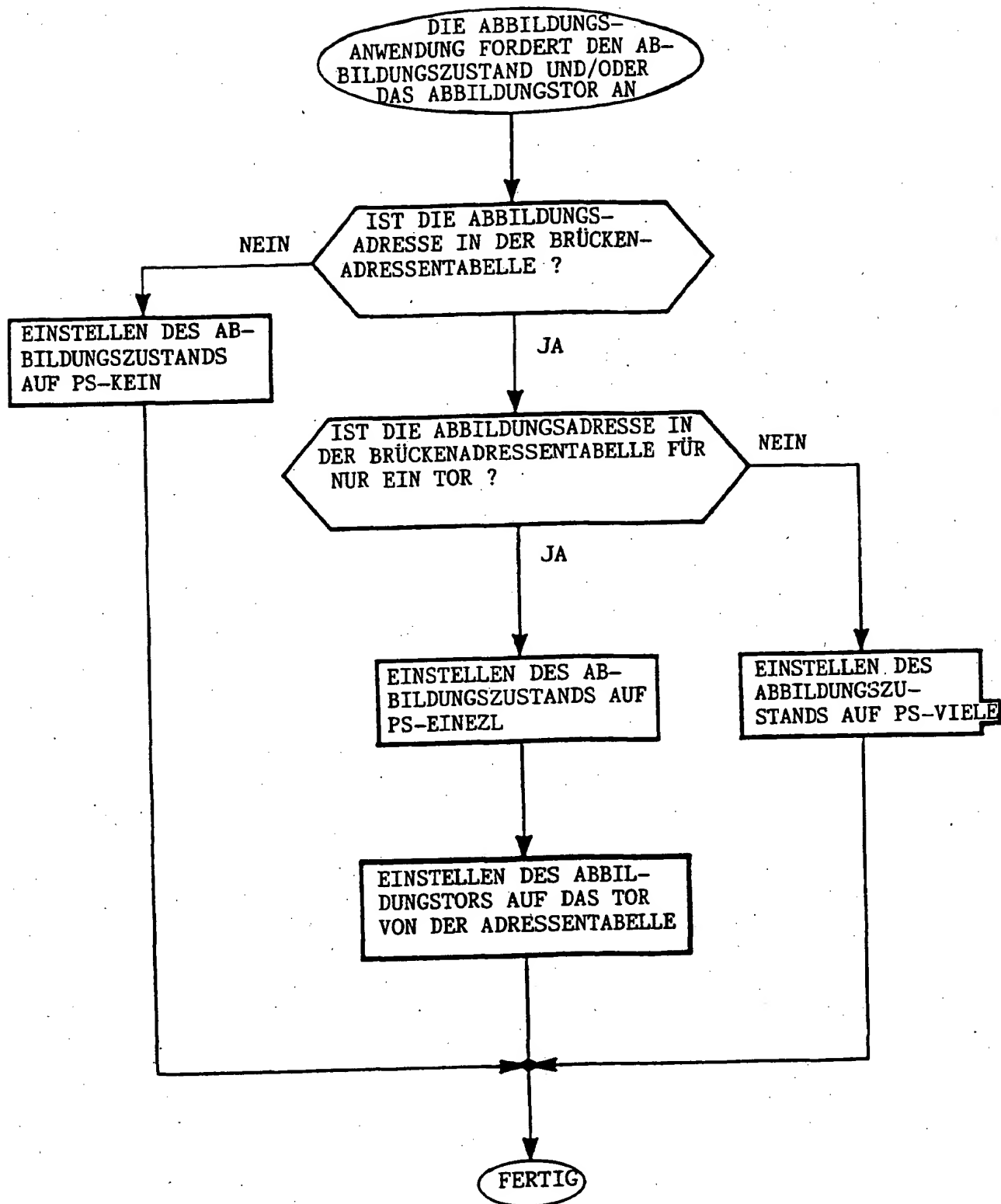
TORNR.	GERÄTEADRESSE	TORZUSTAND
1	A	KEIN
2	B	KEIN
3	C	EINZEL
4	D	EINZEL
5	E	EINZEL
6	F	KEIN
7	G	KEIN
⋮	⋮	⋮
47	Q	MEHR
48	.	.

FIG 9



ABBILDUNGSADRESSEN-SUCH-HUB-
IMPLEMENTATION

FIG 10A



ABBILDUNGSADRESSEN-SUCH-BRÜCKEN-
IMPLEMENTATION

FIG 10B

ABBILDUNGSADRESSENOBJEKTE

FIG 11A

ABBILDUNGS- ADRESSE	ABBILDUNGS- ZUSTAND	ABBILDUNGS- TOR	DIESES GERÄT
S	PS-EINZEL	2	Q

FIG 11B

ABBILDUNGS- ADRESSE	ABBILDUNGS- ZUSTAND	ABBILDUNGS- TOR	DIESES GERÄT
S	PS-KEIN	NICHT GÜLTIG	T

FIG 11C

ABBILDUNGS- ADRESSE	ABBILDUNGS- ZUSTAND	ABBILDUNGS- TOR	DIESES GERÄT
S	PS-EINZEL	47	X

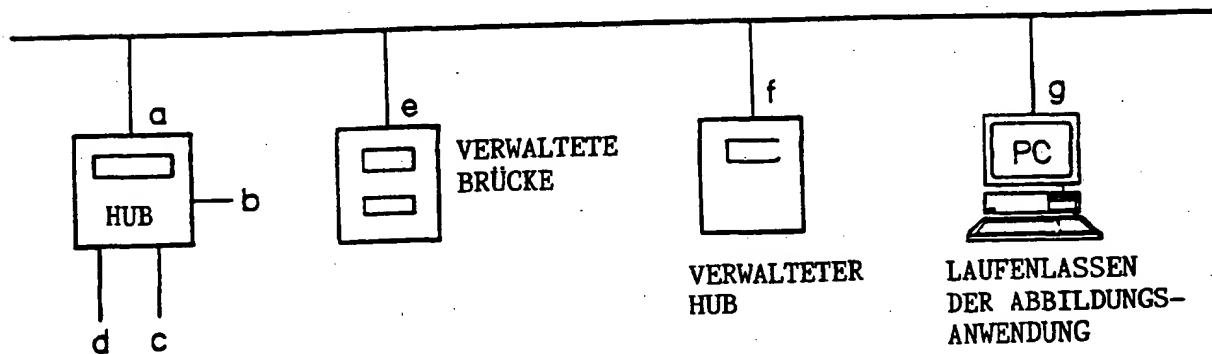


FIG 12A

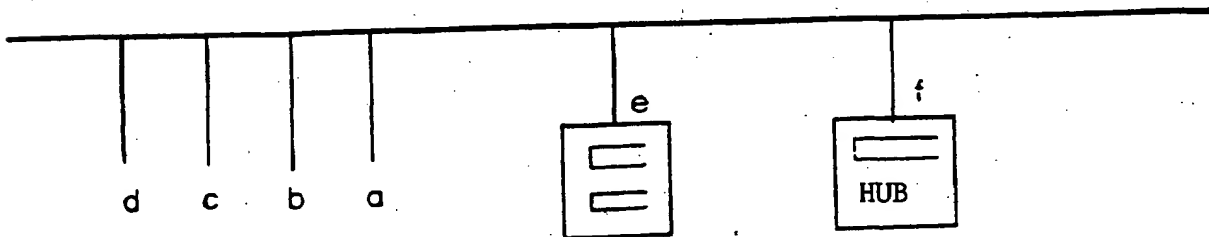


FIG 12B

CSMA/CD-RAHMENFORMAT

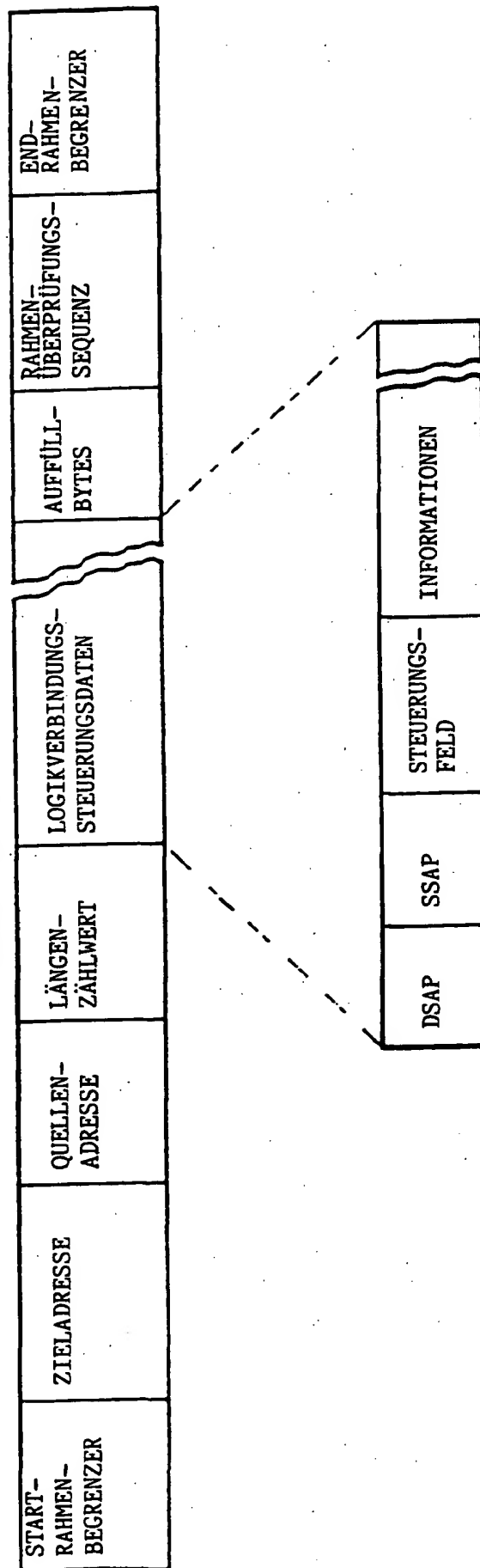
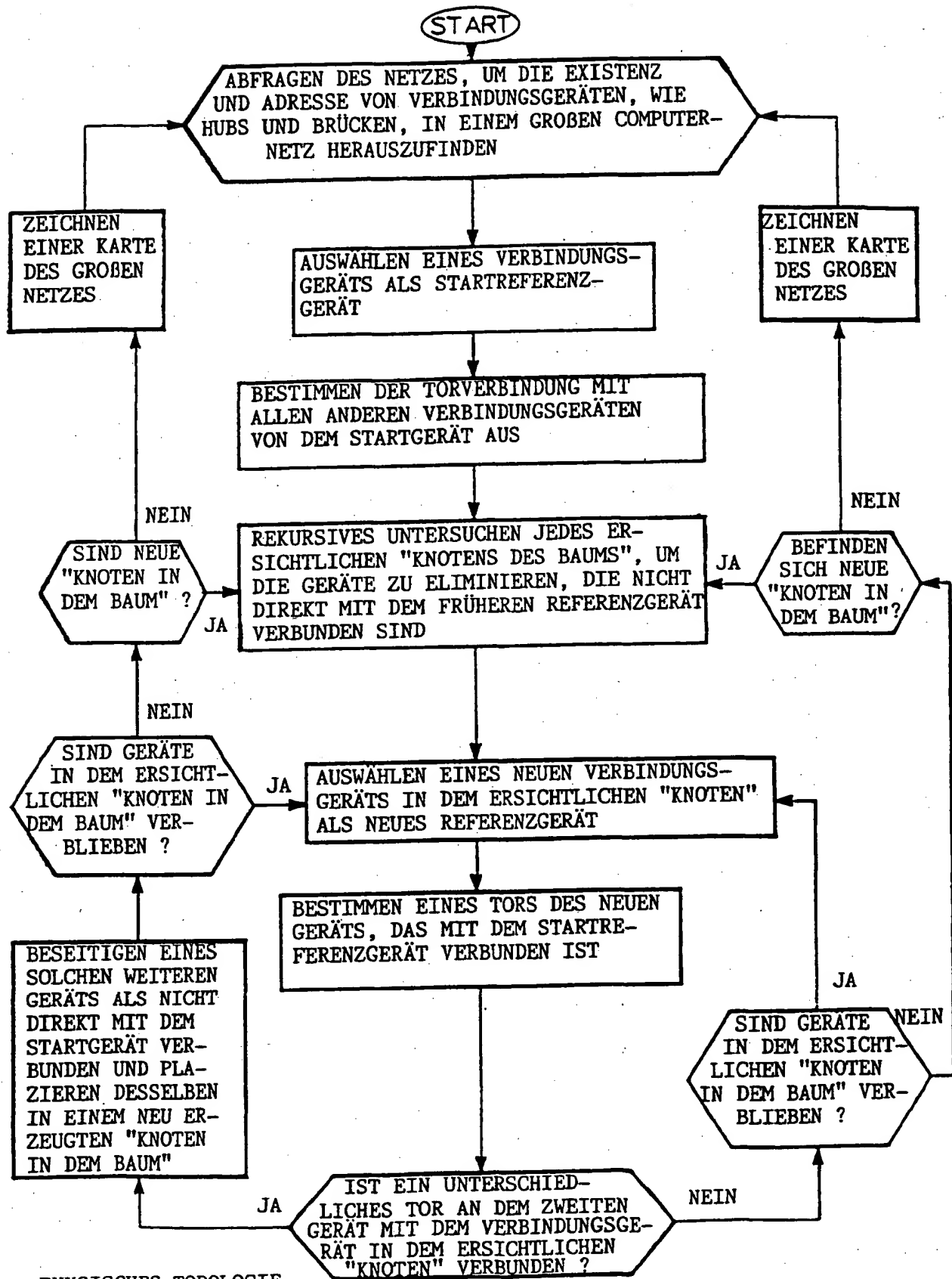


FIG 13



PHYSISCHES TOPOLOGIE-
FLUBDIAGRAMM

FIG 14

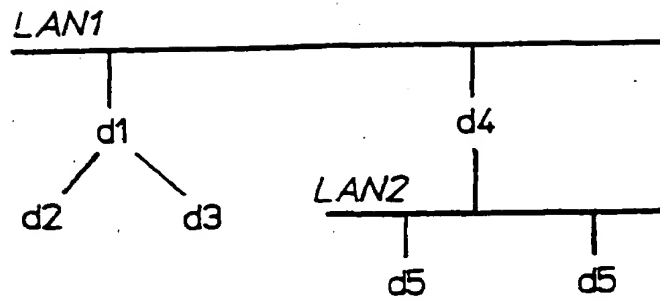


FIG 15A

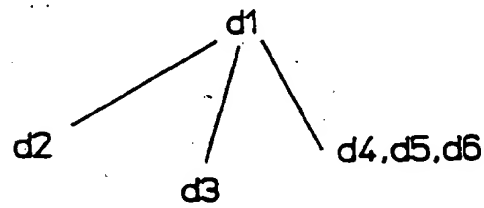


FIG 15B

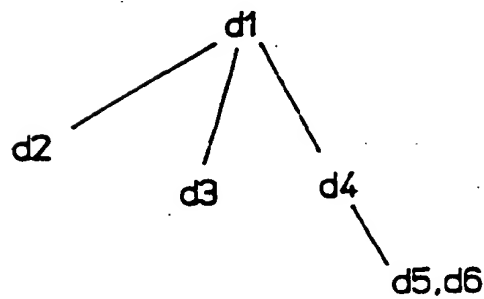
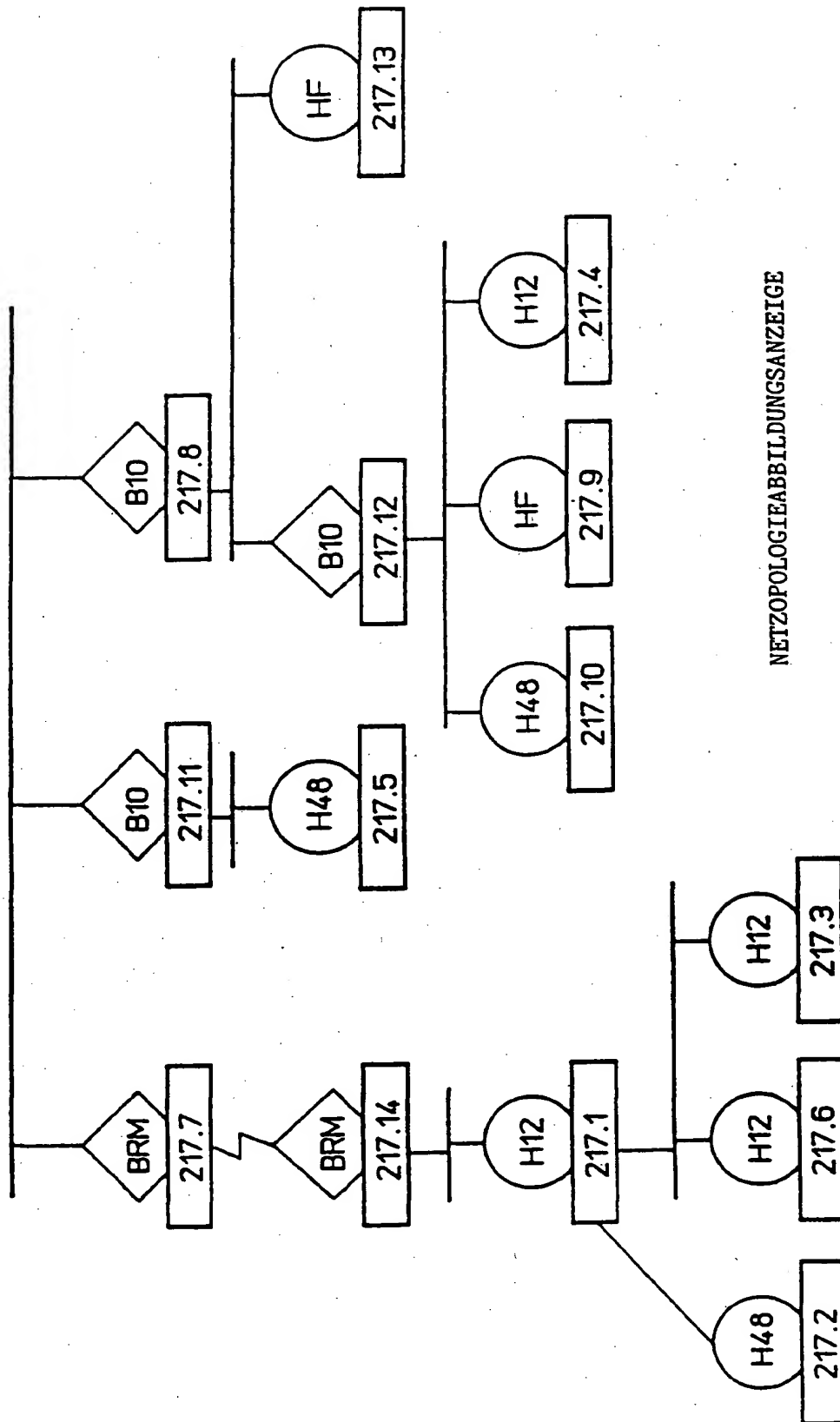


FIG 15C



NETZOPOLOGIEABBILDUNGSANZEIGE

FIG 16

19.01.98

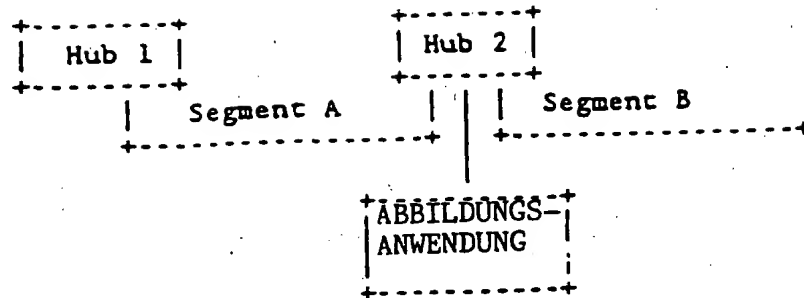


FIG. 17

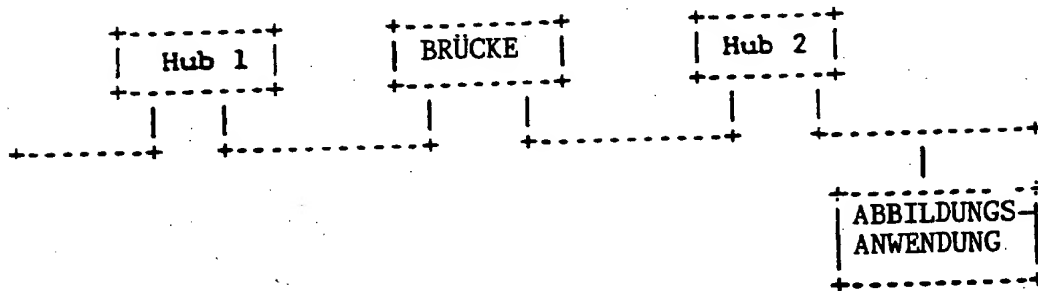


FIG. 18

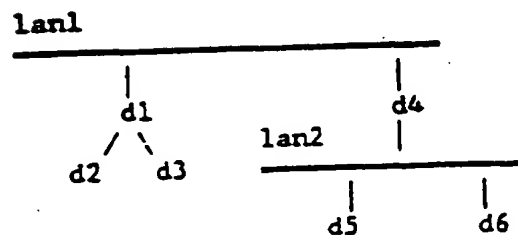


Fig.19

THIS PAGE BLANK (USPTO)